1

Sistemas de Filtragem e a norma ABNT NBR 16.890-1 e a contribuição que trás para a NBR 16401-3 para seleção de filtros.

Eng. Wili Colozza Hoffmann – Anthares Soluções – novembro de 2020

2

INTRODUÇÃO E DEFINIÇÕES

Agenda

- *Novo conceito a ser utilizado.*
- *Utilizando a Engenharia de HVAC para estimativa da concentração de Material Particulado em um ambiente climatizado.*
- *Os principais fatores de influência;*
- *Como podemos equacionar todos estes fatores;*
- *Seleção com o objetivo de obter as condições internas saudáveis.*

3

Definição do significado de MP (PM) Material Particulado

1. **VALORES DE MP - CONCEITO**

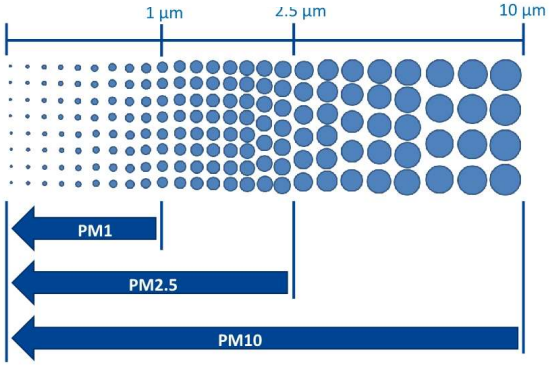


Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters – Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

4

4

Ferramenta para seleção de filtros de ar para sistemas de climatização

O dimensionamento de um sistema de climatização é feito pelo projetista com utilização de diversas ferramentas.

- *Estimativa de carga térmica (sensível e latente) (interna e externa) –* ***(Utilizando algoritmos e programas de computador)***
- *Estudo psicrométrico a partir desta estimativa.* ***(Utilizando programas de cálculo psicrométrico ou pelo menos uma carta impressa)***
- *Definição da vazão de ar de insuflação.* ***(Cálculo)***
- *Definição da vazão de ar de renovação* ***(Utilizando o novo algoritmo da NBR 16401)***
- *Dimensionamento do condicionador de ar.* ***(programa de cálculo de ventiladores e serpentinas de resfriamento e desumidificação)***
- *Etc.*

5

5

Ferramenta para seleção de filtros de ar para sistemas de climatização

De forma análoga, está sendo introduzida na revisão da Norma um algoritmo para estimativa da concentração de MP resultante da Filtragem nos sistemas de Climatização .

6

6

Ferramenta para seleção de filtros de ar para sistemas de climatização

A proposta deste método é, possibilitar a estimativa da concentração de MP nos ambientes.

O resultado poderá ser comparado com os valores estabelecidos como seguro para o propósito da ocupação do ambiente.

Já existe um consenso e está na norma.

7

7

Ferramenta para seleção de filtros de ar para sistemas de climatização

Falta de informação objetiva definindo os limites seguros.

- ***Escritório***
- ***Hospitais e salas de exames.***
- ***Data Centers***
- ***Shopping Centers***

Como comunidade técnica devemos exigir dos conhecedores do efeito do MP sobre as pessoas e processos, uma definição clara e objetiva.

8

8

Metodologia de Cálculo Proposta

Primeiro vamos analisar os fatores que podem influenciar estc os.

Metodologia de Cálculo Proposta

Fatores de influência a serem considerados:

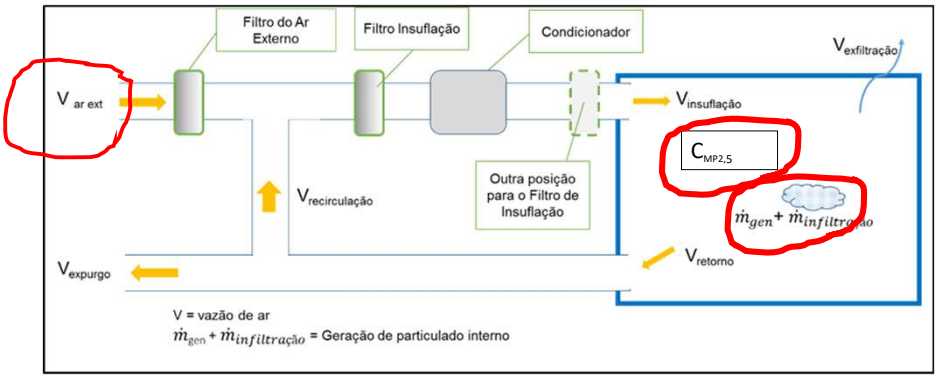
1. *Concentração de MP interna aceitável para o ambiente saudável* **(precisamos de ajuda dos especialistas para definir quais são para as diversas aplicações)**
2. *Concentração de MP no ar externo (Agente Ambientais- Ex. CETESB). Média 24 horas foi adotada pela nova NBR 16401. (é uma contingência da natureza e da forma que o homem à utiliza).*
3. *Taxa de geração interna do MP. (igualmente devem ser pesquisadas para definir a taxa de geração para diversas atividades)*

Part of the body	Entering particle sizes
Nose and throat	5 - 10 µm
Trachea	3 - 5 µm
Bronchial tubes	2 - 3 µm
Bronchioles	1 - 2 µm
Alveoli	0.1 - 1 µm

- *NÃO PARA POR AQUI...*

Metodologia de Cálculo Proposta

Primeiro vamos analisar os fatores que podem influenciar esta concentração interna de MP dos ambientes internos.



11

Metodologia de Cálculo Proposta

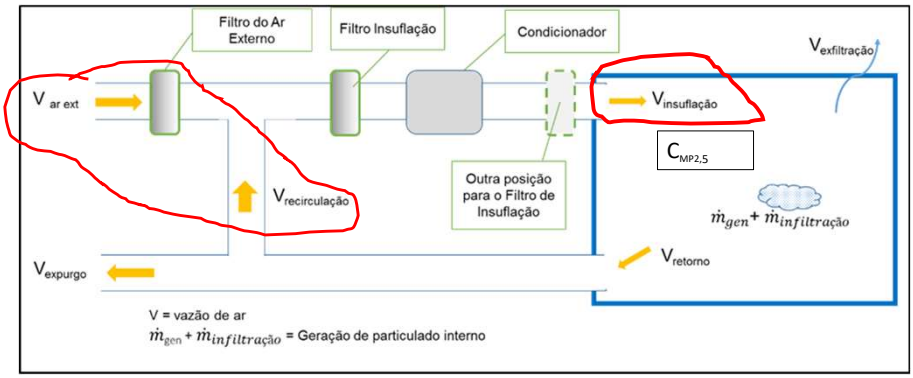
Fatores de influência a serem considerados: CONTINUAÇÃO

4. *"Densidade" da vazão de ar de insuflação por unidade de área ($m^3/h/m^2$). (Este valor é definido pelo projeto do sistema no estudo psicrométrico.)*
5. *Proporção da vazão do ar de insuflação e do ar externo. (Este valor é definido no cálculo de vazão de ar externo pela nova NBR 16401.)*
6. *Eficiência dos filtros de ar para retenção do MP. (NBR ISO 16890-1 em consulta pública pela ABNT neste momento)*

12

Metodologia de Cálculo Proposta

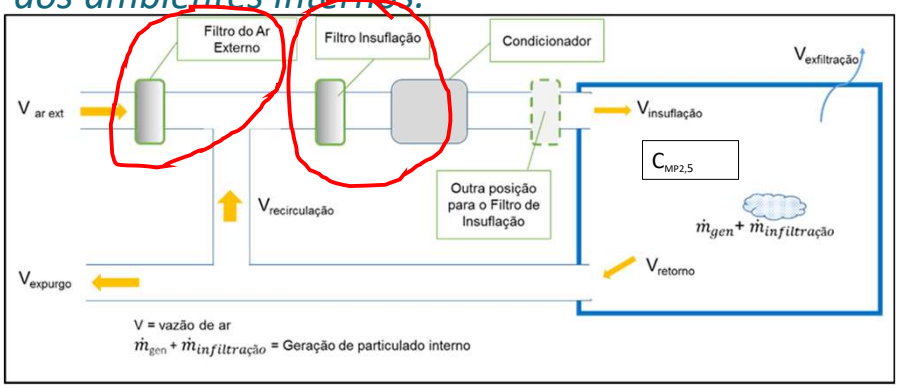
Primeiro vamos analisar os fatores que podem influenciar esta concentração interna de MP dos ambientes internos.



13

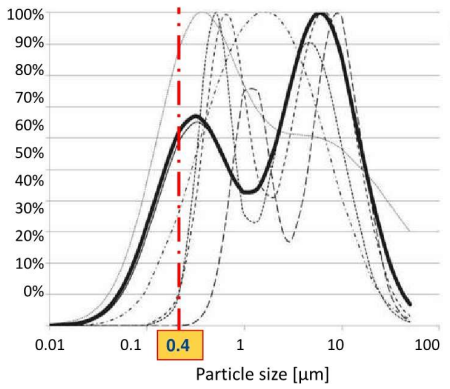
Metodologia de Cálculo Proposta

Primeiro vamos analisar os fatores que podem influenciar esta concentração interna de MP dos ambientes internos.



14

Metodologia de Cálculo Proposta



CONSIDERA APENAS UM TAMANHO DE PARTÍCULAS.

0,4 µm-NBR 16101=EN779

NÃO É REALISTICO NEM ÚTIL.

Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters – Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

15

15

ISO 16890 (NBR ISO 16890) – O que muda?

ISO16890 – classificação

- Classifica-se o filtro conforme sua eficiência na retenção do material particulado:
- 0,3µm ~ 1,0µm; (PM1)
- 0,3µm ~ 2,5µm; (PM2.5)
- 0,3µm ~ 10,0µm; (PM10)
- Coarse (novo gravimétrico)

PM1 classification	PM2,5 classification	PM10 classification	Coarse
ePM1[95%]	ePM2.5[95%]	ePM10[95%]	Arrestance reported in full 10%
ePM1[90%]	ePM2.5[90%]	ePM10[90%]	
ePM1[85%]	ePM2.5[85%]	ePM10[85%]	
ePM1[80%]	ePM2.5[80%]	ePM10[80%]	
ePM1[75%]	ePM2.5[75%]	ePM10[75%]	
ePM1[70%]	ePM2.5[70%]	ePM10[70%]	
ePM1[65%]	ePM2.5[65%]	ePM10[65%]	
ePM1[60%]	ePM2.5[60%]	ePM10[60%]	
ePM1[55%]	ePM2.5[55%]	ePM10[55%]	
ePM1[50%]	ePM2.5[50%]	ePM10[50%]	
Requirement > 50% initial eff > 50% discharged eff	Requirement > 50% initial eff > 50% discharged eff	Requirement > 50% initial eff No discharge requirement	No discharge requirement

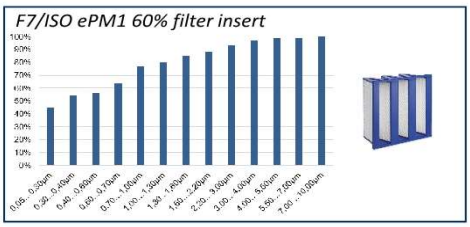
16

16

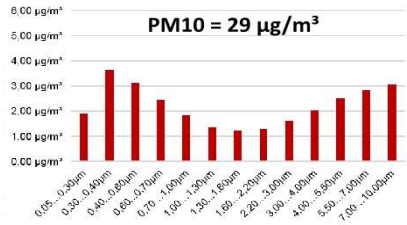
Metodologia de Cálculo Proposta o

CONCEITO DA NORMA NBR ISO 16890-1
Primeiro estágio de filtragem

Example
Berlin-Neukölln, Karl-Marx-Str.
PM10 annual average in 2016:
29 µg/m³ (Source: Umweltbundesamt / German Environment Agency)



Outdoor air (based on normal distribution for urban areas)



Supply air (after first filter stage)

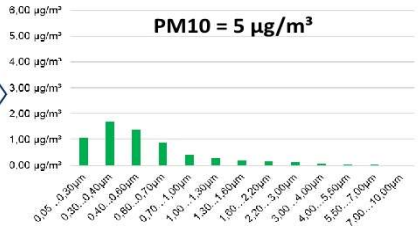


Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters – Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

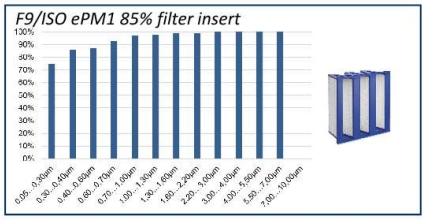
17

17

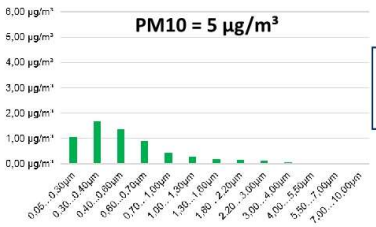
Metodologia de Cálculo Proposta o

CONCEITO DA NORMA NBR ISO 16890-1
Último estágio de filtragem

Berlin-Neukölln, Karl-Marx-Str.
PM10 annual average in 2016:
29 µg/m³ (Source: Umweltbundesamt / German Environment Agency)



Supply air (after first filter stage)



Supply air (after second filter stage)

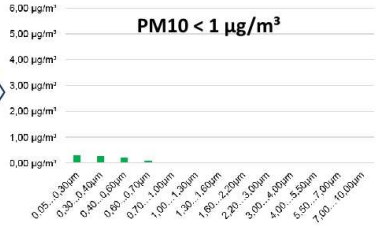


Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters – Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

18

18

EXEMPLO-1

Estudo realizado pela TROX em um escritório

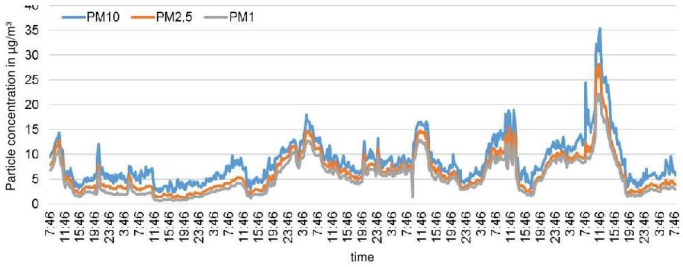
- Escritório aberto com Sistema central de climatização
- Sistema de fluxo misto
- Alto número de movimentações
- Filtro do ar externo F7
- Vários pontos de medição da concentração de MP.
- 7 dias não contínuos.

19

EXEMPLO -1

Exemplo de escritório **TROX**

Medidas tomadas antes do primeiro estágio de filtragem



- Comportamento irregular
- Depende das condições atmosférica
- Depende do tráfego
- Depende de fábricas e fazendas nas redondezas

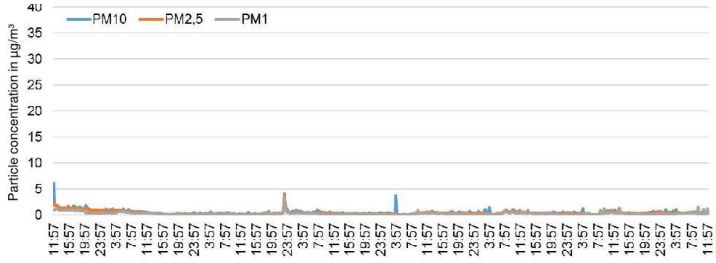
Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters – Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

20

EXEMPLO-1

Exemplo de escritório **TROX**

Medidas tomadas depois do último estágio de filtragem



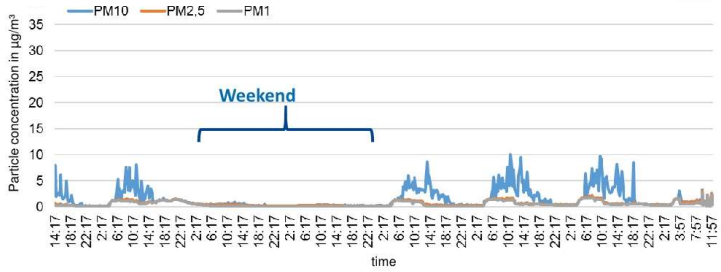
- Comportamento irregular
- Depende das condições atmosférica
- Depende do tráfego
- Depende de fábricas e fazendas nas redondezas
- Comportamento bem diferente da entrada

Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters – Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

EXEMPLO-1

Exemplo de escritório **TROX**

Local de trabalho: Escritório aberto



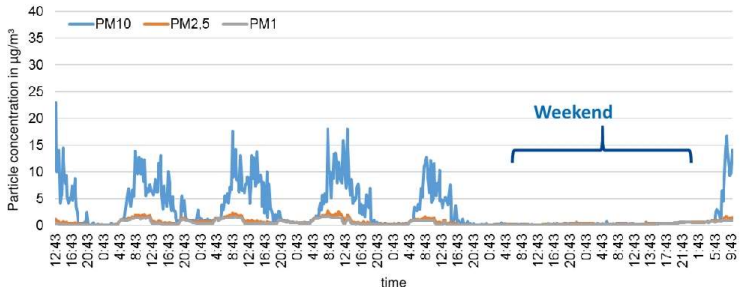
- Dependendo da hora do dia e da semana um comportamento diferente
- Valores máximos de 10µg/m^3 da faixa de MP10
- Particularmente para partículas grandes.

Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters – Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

EXEMPLO-1

Exemplo de escritório **TROX**

Escritório aberto – próximo à impressora a laser usada frequentemente

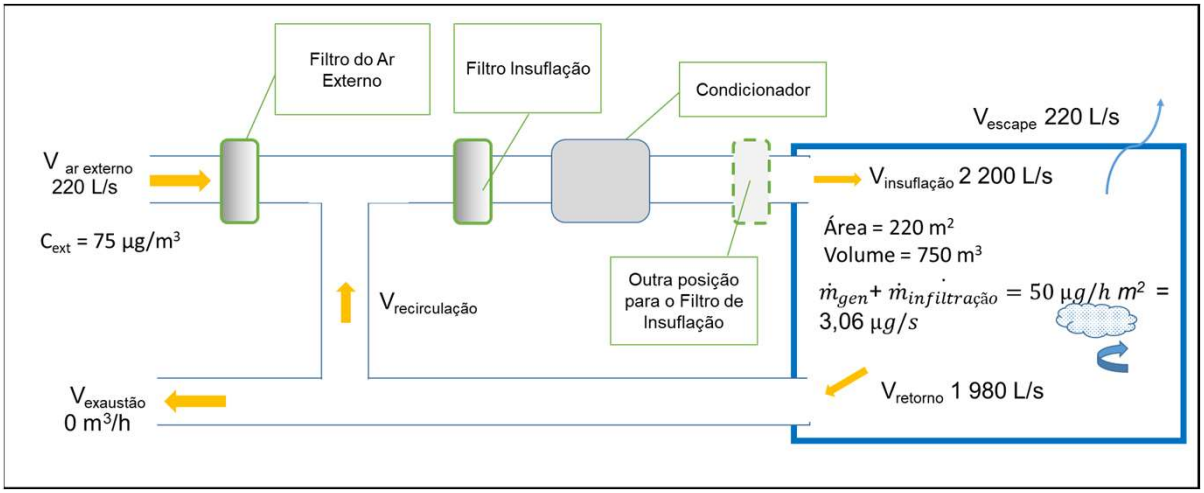


- Nas diversas horas do dia (diferenças claras entre horas do dia e dias da semana
- Valores máximos excedem 20 µg/m³
- Partículas grandes

Figura cedida pela TROX: Webnair - ISO 16890 for fine Dust Filters –
Mr. Klamp Thomas – TROX Manager Filter Technology

23

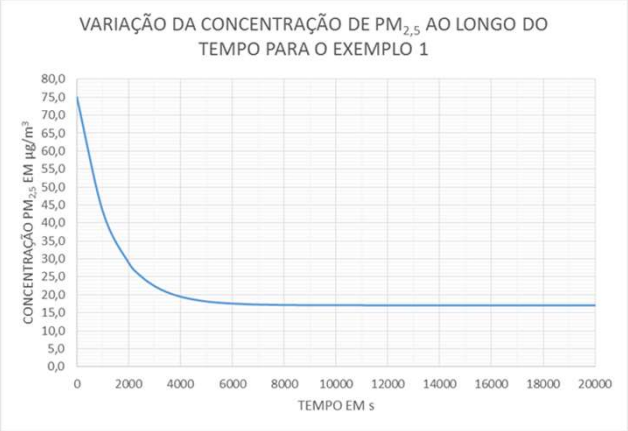
EXEMPLO -2



24

EXEMPLO -2

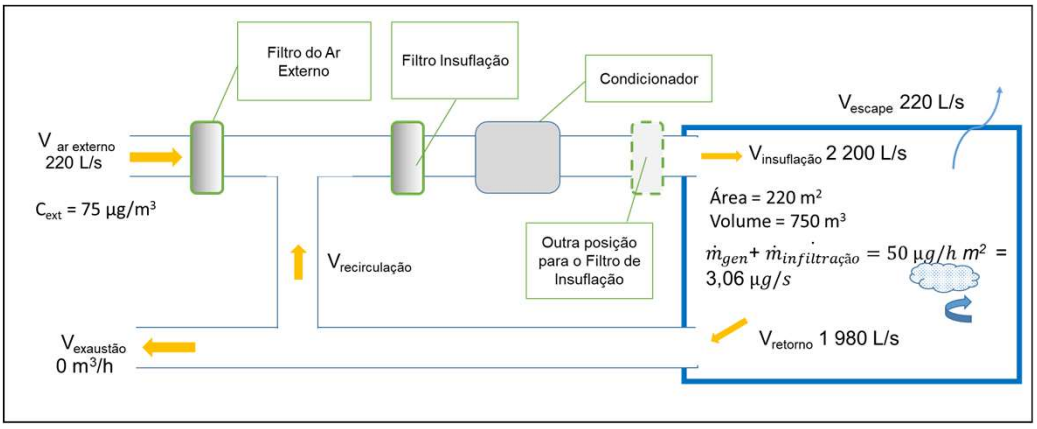
Tempo em segundos a partir da partida desta instalação	Concentração interna da sala calculada em µg/m³ de $PM_{2,5}$
0	75
2000	28,9
3000	22,4
4000	19,5
5000	18,2
8000	17,2
7000	17,3
8000	17,2
9000	17,1
infinito	17,1



25

25

EXEMPLO -2



Solução:
Cálculo da vazão de ar por unidade de área: 2 200/ 220 m2 = **10 L/s m²**
Cálculo da vazão de ar externo por unidade de área: 220 / 220 m² = 1 L/s **m²**

26

26

3.000	tempo desde a partida (s)	10	vazão ar de insuflação por área (L/s m²)
50	ger. int. $PM_{2.5}$ (µg/h m²)	75	concentração de $PM_{2.5}$ externo (µg/m³)

eficiência para $PM_{2.5}$ do filtro do:		vazão de ar externo por área (L/s m²) ; % da insuflação				
		1	3	5	7	9
ar externo	insuflação	10%	30%	50%	70%	90%
%	%	concentração estimada de $PM_{2.5}$ no ambiente (µg/m³)				
0	15	37	51	58	62	64
0	25	24	39	47	53	56
0	35	16	30	38	44	48
0	45	11	22	30	36	41
0	55	8	17	24	29	33
0	65	6	12	18	22	26
0	75	4	9	12	16	19
25	15	31	39	44	47	49
25	25	19	30	36	40	43
25	35	13	23	29	34	37
25	45	9	17	23	28	31
25	55	7	13	18	22	25
45	5	46	40	40	40	41
45	15	26	30	33	35	36
45	25	16	23	27	30	32
45	35	11	18	22	25	27
45	45	8	13	18	21	23
55	0	58	40	37	36	35
55	5	42	34	33	33	33
55	15	24	26	28	29	30
55	25	15	19	23	25	26
55	35	10	15	18	21	23
65	0	53	33	29	28	28
65	5	38	28	27	26	26
65	15	21	21	22	23	23
75	0	48	26	22	21	20
75	5	34	22	20	19	19
75	15	19	16	16	17	17
85	0	43	19	14	13	13
85	5	31	16	13	12	12
85	15	16	12	11	11	11
95	0	39	12	7	6	5
95	5	27	10	6	5	5
95	15	14	7	5	5	5
recomendado		aceitável		não recomendado		

3.000	tempo desde a partida (s)	15	vazão ar de insuflação por área (L/s m²)
50	ger. int. $PM_{2.5}$ (µg/h m²)	75	concentração de $PM_{2.5}$ externo (µg/m³)

eficiência para $PM_{2.5}$ do filtro do:		vazão de ar externo por área (L/s m²) ; % da insuflação				
		1,5	4,5	7,5	10,5	13,5
ar externo	insuflação	10%	30%	50%	70%	90%
%	%	concentração estimada de $PM_{2.5}$ no ambiente (µg/m³)				
0	5	58	67	70	71	72
0	15	32	50	57	61	64
0	25	21	38	46	52	56
0	35	14	29	37	44	48
0	45	10	22	30	36	40
0	55	7	16	23	28	33
0	65	5	12	17	22	25
25	5	47	51	53	54	54
25	15	26	38	43	46	48
25	25	16	29	35	39	42
25	35	11	22	28	33	36
25	45	8	17	23	27	30
25	55	6	12	18	22	25
45	5	38	38	39	40	40
45	15	21	28	32	34	35
45	25	13	22	26	29	31
45	35	9	16	21	24	27
45	45	6	13	17	20	23
55	0	50	37	36	35	35
55	5	34	32	32	33	33
55	15	18	24	27	28	29
55	25	11	18	22	24	26
55	35	8	14	18	20	22
65	0	44	30	28	28	27
65	5	29	25	26	26	26
65	15	15	19	21	22	23
75	0	38	22	21	20	20
75	5	25	19	19	19	19
85	0	33	15	13	13	12
85	5	21	13	12	12	12
95	0	27	8	6	5	5
95	5	16	6	5	5	5
recomendado		aceitável		não recomendado		